

特開平9-205332

(43) 公開日 平成9年(1997)8月5日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 G	3/20		H 0 3 G 3/20	C
H 0 4 B	1/16		H 0 4 B 1/16	R
	7/005		7/005	
	15/00		15/00	
H 0 4 J	13/04		H 0 4 J 13/00	G
審査請求 未請求 請求項の数4 ○L (全 12 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-12447

(22) 出願日 平成8年(1996)1月29日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 王 禾豊
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

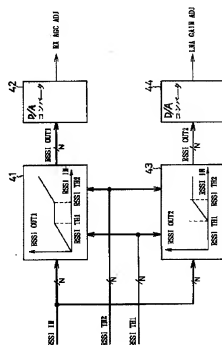
(74) 代理人 弁理士 工藤 宜幸

(54) 【発明の名称】 受信機の飽和防止回路

(57) 【要約】

【課題】 従来より一段と I M改善を達成できる受信機の飽和防止回路を提供する。

【解決手段】 受信周波数帯域での受信信号を設定利得に応じて増幅させることにより、後段での飽和領域での動作を禁止する可変利得手段を有する受信機の飽和防止回路に関する。そして、希望信号の受信強度を表す信号を得る受信強度形成手段と、得られた受信強度信号に応じて可変利得手段への利得調整信号を形成するものであって、受信強度信号が所定範囲内にあるときには、連続的又は段階的に単調変化する入出力特性に従って、利得調整信号を形成する利得調整信号形成手段とを有することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信周波数帯域での受信信号を設定利得に応じて増幅させることにより、後段での飽和領域での動作を禁止する可変利得手段を有する受信機の飽和防止回路において、

希望信号の受信強度を表す信号を得る受信強度形成手段と、

得られた受信強度信号に応じて上記可変利得手段への第 1 の利得調整信号を形成するものであって、上記受信強度信号が所定範囲内にあるときには、連続的又は段階的に単調変化する入出力特性に従って、上記第 1 の利得調整信号を形成する第 1 の利得調整信号形成手段とを有することを特徴とする受信機の飽和防止回路。

【請求項 2】 受信周波数帯域より低い周波数帯域にダウンコンバートされた受信信号又は受信周波数帯域の受信信号に対して自動利得制御動作を行なう自動利得制御手段と、

上記受信強度信号に応じて上記自動利得制御手段に対する第 2 の利得調整信号を形成するものであって、上記受信強度信号が上記所定範囲内にあるときには、上記可変利得手段による動作が自動利得制御動作として機能することを考慮した、固定利得、又は、連続的若しくは段階的に単調変化する利得を指示する上記第 2 の利得調整信号を形成する第 2 の利得調整信号形成手段とをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の受信機の飽和防止回路。

【請求項 3】 上記第 1 の利得調整信号形成手段が、上記第 1 の利得調整信号が指示する利得を変化させる上記受信強度信号の範囲と、上記第 2 の利得調整信号形成手段が、上記第 2 の利得調整信号が指示する利得を変化させる上記受信強度信号の範囲とが異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の受信機の飽和防止回路。

【請求項 4】 上記第 1 及び上記第 2 の利得調整信号形成手段が、上記受信強度信号に応じて、出力する第 1 及び第 2 の利得調整信号を変化させた場合でも、上記受信強度形成手段から出力される上記受信強度信号のレベルが同じであるように、上記第 1 及び上記第 2 の利得調整信号形成手段が第 1 及び第 2 の利得調整信号を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の受信機の飽和防止回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、強力な干渉信号が存在しても受信機が飽和領域で動作することを防止できる飽和防止回路に関し、例えば、北米における CDMA セルラ携帯電話システムの受信機に適用し得るものである。

【0002】

【従来の技術】 受信機に対して、希望信号より干渉信号の電界強度が強く、しかも、希望信号と 1 以上の干渉信

号との周波数が一定の関係を有する場合には、相互変調 (IM; intermodulation) 問題が発生し、受信感度が劣化する。IM 問題は、伝送回路の非線形性によって生じるので、規格に規定されている干渉信号の電界強度までは受信機の各素子が線形性を確保しなければならない。

【0003】 しかしながら、規格に規定されている干渉信号の電界強度まで受信機の各素子が線形性を確保しても、IM が問題となる伝送システムが存在する。例えば、スペクトル拡散方式を用いて既存のアナログセルラシステムと共存する、北米における CDMA セルラ携帯電話システムは、IM 問題が生じ易いシステムである。すなわち、既存のアナログセルラシステム (AMPS: Advanced Mobile Phone System) の伝送信号は、CDMA セルラ携帯電話システムで規定されている規格レベル以上の干渉信号として、この CDMA セルラ携帯電話システムに干渉を与えることがある。

【0004】 図 2 は、AMPS での伝送信号 (干渉信号) の電界強度 (縦軸) と、その時点での CDMA セルラ携帯電話システムでの伝送信号 (希望信号) の電界強度 (横軸) との散布図を示したものである。図 2 における直線は、規格 (IS-98 CDMA モード) の IM 規格) に規定されている干渉信号の電界強度を示している。この図 2 から明らかなように、IM 規格を満足しない伝送信号対 (希望信号対干渉信号) が約 25% だけ存在し、受信機が IM 規格を満足する限界まで線形性を確保するように構成されていた場合、約 25% の確率で受信妨害が生じる。

【0005】 このような不都合を解決するために、従来、受信機には飽和防止回路が設けられている。すなわち、IM 問題が発生する回路素子の飽和領域 (非線形領域) での動作を防止する回路が設けられている。

【0006】 従来の飽和防止回路は、受信周波数帯域で増幅動作する増幅器 (LNA; Low Noise Amplifier) と、中間周波数帯域で増幅動作する自動利得制御用の増幅器 (AGC・AMP) と、これら増幅器の利得を可変させる利得調整信号 LNA GAIN ADJ 及び RX AGC ADJ を形成する回路部分とから構成されている。基本的には、LNA の利得を通常の利得より小さくすることにより、後段での飽和領域での動作を防止する。

【0007】 これら利得調整信号 LNA GAIN ADJ 及び RX AGC ADJ は、受信電界強度信号 RSSI IN に基づいて形成されるものである。図 3 は、受信電界強度信号 RSSI IN に基づいて利得調整信号 LNA GAIN ADJ 及び RX AGC ADJ を形成する構成を示している。

【0008】 アンテナ端子の受信平均電界強度に比例した受信電界強度信号 (中間周波数帯域内の平均電力; 中間周波数に変換された信号の成分は主に希望信号成分である) の希望信号の電力にほぼ等しい RSSI IN が検波出力から形成されて、図 3 に示す飽和余裕の判定回路 1

3
に与えられる。この判定回路1にはまた、第1及び第2の閾値信号LNA RISE及びLNA FALLが与えられている。

【0009】判定回路1は、利得調整信号LNA GAIN ADJが標準利得を指示している“0”である場合において、受信電界強度信号RSSI INが、第1の閾値信号LNA RISEより小さい状況からそれより大きい状況に変化すると、図示しないLNAに与える利得調整信号LNA GAIN ADJを、標準利得を指示する“0”から飽和防止用の利得を指示する“1”に切り替えると共に、加算回路2に与える出力信号RSSI OUTを“0”から“LNA OFFSET”に切り替える。

【0010】また、判定回路1は、利得調整信号LNA GA IN ADJが飽和防止用の利得を指示している“1”である場合において、受信電界強度信号RSSI INが第2の閾値信号LNA FALLより大きい状況から小さい状況に変化すると、図示しないLNAに与える利得調整信号LNA GAIN ADJを“1”から“0”に切り替えると共に、加算回路2に与える出力信号RSSI OUTを“LNA OFFSET”から“0”に切り替える。

【0011】加算回路2には、受信電界強度信号RSSI INも入力されている。加算回路2は、判定回路1からの出力信号RSSI OUTに基づいて、図示しないLNAを標準利得で増幅動作させているときには、受信電界強度信号RSSI INをそのまま通過させてD/Aコンバータ3に与え、一方、図示しないLNAを飽和防止用の利得で増幅動作させているときには、受信電界強度信号RSSI INを信号RSSI OUTの値“LNA OFFSET”だけ修正してD/Aコンバータ3に与える。このD/Aコンバータ3によってアナログ信号に変換された信号が、図示しない受信系のAGC・AMPへ、利得調整信号RX AGC ADJとして与えられる。

【0012】なお、IM問題を考慮した直接の制御は、受信周波数帯域で増幅動作するLNAに対する利得制御であるが、受信周波数帯域で増幅動作での利得を変更したことに伴い、中間周波数帯域で増幅動作するAGC・AMPに対する利得調整も下記の理由により必要となり、そのため、判定回路1からの出力信号RSSI OUTを加算回路2に与えるようにしている。

【0013】CDMAセルラ携帯電話システムにおいては、加入者容量を最大にするため開ループ及び閉ループの送信電力制御が必要であり、開ループの送信電力制御では、受信電界強度レベルRSSI INによって送信電力が制御される。従って、LNAの利得を変更させても、受信電界強度レベルRSSI INを一定に保つ必要があり、そのため、LNAの利得を変化させたときには、それに伴って、受信検出のAGC・AMPの利得も変更させ、受信電界強度レベルRSSI INを一定に保つようにしている。

【0014】図4は、従来の飽和防止回路における飽和防止機能の説明用の特性曲線図であり、横軸は、受信信

4
号（希望信号）の受信電界強度レベル（RSSI IN）であり、縦軸は、干渉信号の受信電界強度レベルである。

【0015】受信信号（希望信号）の受信電界強度レベル（RSSI IN）が大きい状態においては（大きいとか否かの閾値はLNA RISE又はLNA FALLであり、変化履歴より異なる）、LNAの利得を小さくしても検波により希望信号を分離抽出でき、むしろLNAの利得を小さくしたことにより、干渉信号が減衰されてIM問題を有効に回避できる。すなわち、LNAによる干渉信号の減衰を考えると、IM規格より大きいレベルにIMが閾値となる干渉信号の受信電界強度レベルの限界を設けたと等価にできる。なお、図4における干渉信号レベル12及び11の差12-11が、干渉信号に対するLNAの利得変更による減衰量を示しており、この量は上述した加算回路2に与える値“LNA OFFSET”に相当している。

【0016】一方、受信信号（希望信号）の受信電界強度レベル（RSSI IN）が小さい状態においては（小さいとか否かの閾値はLNA RISE又はLNA FALLであり、変化履歴により異なる）、LNAの利得を小さくすると検波により希望信号を分離抽出できない恐れがあるので（受信感度が劣化する）、LNAの利得を変更可することは実行しないこととし、IM規格だけを満足すれば良いこととした。

【0017】ここで、LNAの利得を小さくするための受信電界強度レベル（RSSI IN）の閾値LNA RISEと、LNAの利得を所定利得に復帰させるための受信電界強度レベル（RSSI IN）の閾値LNA FALLとを異ならせるようにしたのは、同一の閾値を用い場合にはLNAの利得変化が発振してしまうので、これを防止するためである。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の飽和防止回路による飽和特性の改善方法（言い換えるとIM改善方法）は、単純に言えば、LNA利得のステップ変化方式であるので、以下のような課題を有するものであった。

【0019】(1) 最適なIM対策は、干渉信号の電界強度に応じてLNAの利得（又はその後段に設けられた減衰器の減衰量）を制御するものである。すなわち、干渉信号の電界強度が受信機規定IMレベルより例えば1dBだけ増加したとき、LNAの利得を1dBだけ減少させることが最適なIM対策である。IM規格は余裕を持って決められており、上述のように見た場合、最適な（理想的な）IM改善曲線は図5に2点線線で示すようなものである。ここで、従来方法におけるステップ幅12-11によっては、受信感度が劣化する領域Area1と、IM改善が不十分な領域Area2とが存在する。特に、受信感度の劣化領域Area1は問題が大きく、これを小さくしようとしてステップ幅12-11を小さくした場合には、受信信号の電界強度の広い範囲に渡ってIM

5

改善が不十分になってしまう。

【0020】(2) 携帯電話等の移動体通信ではフェージングによる受信平均電界強度の変化が大きい。当然に、希望信号(CDMAセルラ携帯電話システムでの伝送信号)だけでなく干渉信号(AMPSでの伝送信号)についてもフェージングが生じる。そのため、IM改善を実行させるか否かを決定するための、受信信号の電界強度レベルの閾値LNA RISE及びLNA FALLを高くしなければならない。これら閾値LNA RISE及びLNA FALLが大きくなることはIM改善を施す範囲(ステップ段階が高いレベル範囲)が狭くなり、IM改善効果が小さくなってしま

う。

【0021】そのため、より一段とIM改善を達成できる受信機の飽和防止回路が求められている。

【0022】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、本発明においては、受信周波数帯域での受信信号を設定利得に応じて増幅させることにより、後段での飽和領域での動作を禁止する可変利得手段を有する受信機の飽和防止回路において、希望信号の受信強度を表す信号を得る受信強度形成手段と、得られた受信強度信号に応じて上記可変利得手段への第1の利得調整信号を形成するものであって、上記受信強度信号が所定範囲内にあるときには、連続的又は段階的に単調変化する入出力特性に従って、上記第1の利得調整信号を形成する第1の利得調整信号形成手段とを有することを特徴とする。

【0023】本発明の受信機の飽和防止回路において、可変利得手段に対する利得を、受信強度信号が所定範囲内にあるときには、連続的又は段階的に単調変化する入出力特性に従って変化させることとした。

【0024】これにより、可変利得手段の利得を可変させる受信強度信号のレベルを小さくでき、小さな受信強度信号のレベルからIM改善し得ることと期待できる。また、受信強度信号が所定範囲内にあるときには、理想的なIM改善効果を期待できる。可変利得手段が可変し得る最小の利得(最大の減衰量)まで、IM改善効果を期待できる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明による受信機の飽和防止回路を、北米におけるCDMAセルラ携帯電話システムの送受信機(移動局、基地局は問わない)に適用した実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0026】まず、図6を用いて、この実施形態の送受信機における送信系及び受信系の基本的な処理構成を説明する。なお、図6に示す構成は従来においても採用されていた。

【0027】図6において、デジタル変調器26として直交変調器が用いられており、このデジタル変調器26に、図示しないデータ処理回路から、送信データ信号として1相データ信号TX I DATA及びQ相データ信号TX Q

6

DATAが与えられ、デジタル変調器26は、中間周波数発振器20からの中間周波数の局部発振信号を、これら直交データ信号TX I DATA及びTX Q DATAに基づいてデジタル変調する。デジタル変調信号(QPSK信号)は、中間周波増幅器(IF・AMP)25において固定利得で増幅された後、バンドパスフィルタ(BPF)24を介して不要成分が除去されて、送信系のAGC用のパワーコントロール増幅器(PC・AMP)23に与えられる。

【0028】このパワーコントロール増幅器23には、後述する図7に示す構成部分から、利得調整信号TX AGC ADJが与えられており、パワーコントロール増幅器23は、利得調整信号TX AGC ADJで定まる利得で入力されたデジタル変調信号を増幅し、バンドパスフィルタ/ミキサ(BPF/MIXER)22に与える。

【0029】このバンドパスフィルタ/ミキサ22には、伝送路周波数発振器19からの伝送路周波数の局部発振信号が与えられており、バンドパスフィルタ/ミキサ22は、中間周波数帯のデジタル変調信号を伝送路周波数帯にアップコンバートする。伝送路周波数帯にアップコンバートされたデジタル変調信号(送信信号)は、電力増幅器(PA)21によって電力増幅された後、デュプレクサ18を介して送受共用アンテナ11から空間に放射される。

【0030】一方、送受共用アンテナ11が捕捉した電波は、デュプレクサ18との協働によって電気信号(受信信号)に変換された後、LNA(Low Noise Amplifier)12に与えられる。

【0031】このLNA12には、後述する図1に示す構成部分から利得調整信号LNA GAIN ADJが与えられており、LNA12はこの利得調整信号LNA GAIN ADJが指示する利得で受信信号を増幅してバンドパスフィルタ/ミキサ(BPF/MIXER)13に与える。なお、LNA12の利得調整を通じて、後段での飽和領域での動作が禁止されてIM改善が実行される。

【0032】バンドパスフィルタ/ミキサ13には、伝送路周波数発振器19からの伝送路周波数の局部発振信号が与えられており、バンドパスフィルタ/ミキサ13は、受信信号を中間周波数帯のデジタル変調信号にダウンコンバートし、AGC・AMP14に与える。

【0033】このAGC・AMP14には、後述する図1に示す構成部分から利得調整信号RX AGC ADJが与えられており、AGC・AMP14はこの利得調整信号RX AGC ADJが指示する利得で中間周波数帯に変換された受信信号(QPSK信号)を増幅し、バンドパスフィルタ(BPF)15及び中間周波増幅器16(IF・AMP)を順次介してデジタル復調器17に与える。

【0034】デジタル復調器17は、中間周波数発振器20からの中間周波数の局部発振信号を用いて、入力されたデジタル変調信号に対する直交検波を行ない、ペー

7

スバンド信号として1相データ信号RX I DATA及びQ相データ信号RX Q DATAを得て図示しないデータ処理回路に与えられる。データ処理回路においては、スペクトル逆拡散処理を実行した後、送信符号列を確定する。

【0035】上述したデジタル復調器17から出力された1相データ信号RX I DATA及びQ相データ信号RX Q DATAは、希望信号の受信電界強度信号RSSI INを形成するための図7に示す構成部分にも与えられる。なお、図7に示す構成は従来においても採用されていた。

【0036】図7において、1相データ信号RX I DATA及びQ相データ信号RX Q DATAは、総和回路31に与えられる。総和回路31には、電力基準信号(受信AGCループでの目標信号)POWER REFも与えられている。総和回路31からは、1相データ信号RX I DATA及びQ相データ信号RX Q DATAの合成値と電力基準信号POWER REFとの差分信号が出力され、この差分信号がAGCループフィルタに相当する積分回路32で積分され、この積分信号に対して、乗算回路33において、AGCループ利得に相当する利得信号GAIN CONSTANTが乗算されて、希望信号についてのアンテナ11の端子の受信平均電界強度に比例した受信電界強度信号RSSI INが形成され、後述する図1に示す回路部分に与えられる。

【0037】なお、1相データ信号RX I DATA及びQ相データ信号RX Q DATAは、直交検波後のベースバンド信号であるので、これより形成した受信電界強度信号RSSI INは、干渉信号の影響(成分)がほとんどない、希望信号についてのものになっている。

【0038】また、受信電界強度信号RSSI INは、D/Aコンバータ34によってD/A変換されて、送信系のAGC用のパワーコントロール増幅器23(図6参照)に対する利得調整信号TX AGC ADJとして出力される。これにより、送信系のAGCの開ループが、受信電界強度信号RSSI INによって制御される。

【0039】図1は、以上のような希望信号についての受信電界強度信号RSSI INに基づいて、上述したLNA 12及びAGC・AMP 14に与える利得調整信号LNA GAIN ADJ及びRX AGC ADJを形成する回路部分を示している。すなわち、従来についての図3に示した回路部分に対応する、この実施形態における回路部分を示している。

【0040】図1において、図7における乗算回路33から出力された受信電界強度信号RSSI INは、第1及び第2のレベル変換回路41及び43に与えられる。また、これら第1及び第2のレベル変換回路41及び43には、後述するような値に設定されている第1及び第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1及びRSSI TH2 (RSSI TH1 < RSSI TH2) も与えられている。第1のレベル変換回路41及びD/Aコンバータ42は、AGC・AMP 14に与える利得調整信号RX AGC ADJを形成するものであり、第2のレベル変換回路43及びD/Aコンバータ

8

44は、LNA 12に与える利得調整信号LNA GAIN ADJを形成するものである。

【0041】第1のレベル変換回路41は、図1における当該回路を示す機能ブロック内に示したレベル変換を実行するものである。すなわち、第1のレベル変換回路41は、受信電界強度信号RSSI INが第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1より小さい場合には、受信電界強度信号RSSI INに等しい出力信号RSSI OUT1 (RSSI IN : RSSI OUT1 = 1 : 1) を出力し、受信電界強度信号RSSI INが第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1以上で第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2より小さい場合には、第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1に等しい出力信号RSSI OUT1 (RSSI TH1 - RSSI OUT1) を出力し、受信電界強度信号RSSI INが第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2以上の場合には、値RSSI IN - RSSI TH1に等しい出力信号RSSI OUT1 (RSSI IN - RSSI TH1 : RSSI OUT1 = 1 : 1) を出力する。

【0042】以上のように、受信電界強度信号RSSI INが、RSSI IN < RSSI TH1のとき、及び、RSSI IN ≥ RSSI TH2のときに、受信電界強度信号RSSI INに比例した値をとり、RSSI TH1 ≤ RSSI IN < RSSI TH2のときに一定値をとる出力信号RSSI OUT1が出力され、これがD/Aコンバータ42でアナログ信号に変換されて、AGC・AMP 14に対して利得調整信号RX AGC ADJとして与えられる。

【0043】この実施形態におけるAGC・AMP 14は、利得を連続的に可変できるものが適用されており、利得調整信号RX AGC ADJが大きいほど、大きな利得で増幅を実行するようになされている。

【0044】第2のレベル変換回路43は、図1における当該回路を示す機能ブロック内に示したレベル変換を実行するものである。すなわち、第2のレベル変換回路43は、受信電界強度信号RSSI INが第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1より小さい場合には、値0の出力信号RSSI OUT2 (RSSI OUT2 = 0) を出力し、受信電界強度信号RSSI INが第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1以上で第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2より小さい場合には、値RSSI IN - RSSI TH1に等しい出力信号RSSI OUT2 (RSSI IN - RSSI TH1 = RSSI OUT2) を出力し、受信電界強度信号RSSI INが第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2以上の場合には、値RSSI TH2に等しい出力信号RSSI OUT2 (RSSI OUT2 = RSSI TH2) を出力する。

【0045】以上のように、受信電界強度信号RSSI INが、RSSI IN < RSSI TH1のとき、及び、RSSI IN ≥ RSSI TH2のときに一定値をとり、RSSI TH1 ≤ RSSI IN < RSSI TH2のときに受信電界強度信号RSSI INに比例した出力信号RSSI OUT2が第2のレベル変換回路43から出力され、これがD/Aコンバータ44でアナログ信号に変換されて、LNA 12に対して利得調整信号LNA GAIN ADJ

として与えられる。

【0046】この実施形態におけるLNA12は、利得を連続的に可変できるものが適用されており、利得調整信号LNA GAIN ADJが大きいほど、当該LNA12での増幅量が小さくなるように（基準利得から見ると減衰量が大きくなるように）なされている。

【0047】以上のように、LNA12の利得を可変させる受信電界強度信号RSSI INの範囲ではAGC・AMP14の利得を一定にさせ、AGC・AMP14の利得を可変させる受信電界強度信号RSSI INの範囲ではLNA12が利得を一定にさせるようになされている。すなわち、AGC・AMP14がAGC機能を担っていないときにはLNA12がAGC機能を担い、受信電界強度信号RSSI INのダイナミックレンジの全域に渡ってAGCループを有効に機能させている。従って、LNA12の利得が制御された場合でも制御されない場合でもAGCループ機能により、受信電界強度信号RSSI INが一定化し、D/Aコンバータ34から出力される送信系のAGC開ループ用の利得調整信号TX AGC ADJも一定になり、開ループ送信電力制御が安定に実行される。

【0048】図8は、この実施形態の飽和防止回路における飽和防止機能の説明用の特性曲線図であり、横軸は、受信信号（希望信号）の受信電界強度レベル（RSSI IN）であり、縦軸は、干渉信号の受信電界強度レベルである。

【0049】受信電界強度信号RSSI INが第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1以上で第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2より小さい場合には、LNA12の利得を制御してLNA12による増幅率を通常の増幅率より小さくするので、干渉信号の電界強度が強いときにもLNA12からの出力レベルは抑圧され、受信系の飽和を防止することができる。すなわち、IM特性を改善することができる。

【0050】ここで、第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1は、従来方式と同様に、フェージング環境下でのIM対策回路の動作開始点を設定するものである。しかし、この実施形態の場合、LNA12に対する利得制御はステップ的ではなく、連続的であるため、この第1のレベル変換特性切替閾値RSSI TH1を従来の閾値NA FALLやLNA RISEより小さく設定できる。

【0051】また、第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2は、LNA12の利得可変範囲の下限利得によって定められるものである。そのため、LNA12の利得可変範囲が大きければその閾値RSSI TH2を高く設定できてIMの改善効果も大きい。例えば、希望信号と干渉信号の受信電界強度との関係が上述した図2に示すような場合、受信電界強度信号RSSI INが第2のレベル変換特性切替閾値RSSI TH2であるときのLNA12の減衰量としては30dB程度必要である。

【0052】上記実施形態の飽和防止回路によれば、上

述した入出力特性を有するレベル変換回路41及び43を用いて、LNA12及びAGC・AMP14に対する利得調整信号LNA GAIN ADJ及びRX AGC ADJを形成するようにしたので、以下のような効果を得ることができる。

【0053】(1) レベル変換回路41及び43で出力信号が変化する受信電界強度信号RSSI INの範囲を切替え、LNA12に対する利得が変化しても受信電界強度

信号RSSI INが変化しないようにしたので、従来のように、受信電界強度信号RSSI INの上昇時と下降時とでLNA12に対する利得の切替え形態を変更させるヒステリ

アス特性を設ける必要がない。言い換えると、レベル変換回路41及び43を簡単に構成することができる。

【0054】(2) レベル変換回路41及び43において、受信電界強度信号RSSI INに応じて出力信号レベルを変化させる範囲を相補的にし、受信AGC機能と受信飽和防止機能とを両立させ、LNA12の利得変化を問わずに、受信電界強度信号RSSI INを一定化させて、送信系の開ループ電力制御を有効に機能させるようにしている。すなわち、この実施形態においては、受信電界強度信号RSSI INに応じて、送信系の開ループ電力制御を安定に機能させることができる。

【0055】(3) 希望信号と干渉信号のフェージングによる振幅変化（同一周波数帯域のため、両者の変化は同じと考えられる）に対して、LNA12が減衰することは、従来のステップ制御方式においては、受信電界強度信号RSSI INが小さい範囲ではその減衰動作によって受信感度が劣化するので好ましいことではない。しかし、この実施形態の場合、LNA12に対する利得制御が連続的な制御であり、受信電界強度信号RSSI INが小さいほどLNA12における減衰量も小さく、受信電界強度信号RSSI INの小さいレベルでIM改善を開始させてもその際のLNA12における減衰量は小さく、フェージングを考慮したとしても受信感度の劣化はほとんど生じない。すなわち、IM改善機能を発揮させる受信電界強度信号RSSI INの最小レベルを従来より小さくすることができる。

【0056】(4) この実施形態によれば、LNA12に対する利得制御を連続的に行なうと共に、その際のAGC・AMP14に対する利得を固定化したので、図8に示すように、LNA12に対する利得制御範囲は理想的なIM改善特性曲線にほぼ等しいIM改善を実現できる。すなわち、IMについての規格以上のレベルの干渉信号があってもIM問題が生じないようにLNA12の利得を制御した場合において、従来において生じていた図5におけるIM問題が生じる領域がこの実施形態においては発生することはない。

【0057】(5) このような理想的なIM改善特性曲線にほぼ等しいIM改善を実現できる受信電界強度信号RSSI INの範囲の上限は、LNA12の利得可変範囲の限界で定められ、かなり大きくすることができる。すなわ

11

ち、従来における図5の上方での領域2の範囲を、この実施形態ではそれより格段的に小さい範囲とすることができ、I M改善機能を受信電界強度信号RSSI INの広い範囲に渡って効率的に発揮させることができる。

【0058】なお、上記実施形態においては、受信周波数帯域での利得可変手段がLNAであるものを示したが、他の回路要素であっても良いことは勿論である。例えば、LNA12及びバンドパスフィルタ/ミキサ13間に可変減衰器を設けて利得を変化させるようにしても良く、また、バンドパスフィルタ/ミキサ13におけるバンドパスフィルタ部分又はミキサ部分を制御して利得を変化させるようにしても良い。ここで、利得可変手段は、能動素子を含んで構成されたものであっても、受動素子だけで構成されたものであっても良い。

【0059】また、上記実施形態においては、受信周波数帯域での利得可変手段であるLNAが連続的に利得を変化させる受信電界強度範囲では、中間周波数帯域での自動利得制御手段であるAGC・AMPに対する利得を固定化し、LNAが利得を固定化させている受信電界強度範囲ではAGC・AMPに対する利得を連続的に可変させるものを示したが、LNA及びAGC・AMPに対する利得を共に連続的に可変させる受信電界強度範囲（全範囲でも良い）を設けるようにしても良い。要は、干渉信号のレベルが規格以上であっても受信機の飽和を防止してI M改善をできれば良く、双方の利得の連続した可変範囲が切り分けられている必要はない。

【0060】なお、利得の変化も、連続的である必要はなく階段的であっても良い。また、LNA12に対する利得変化と、AGC・AMP14に対する利得変化とが、一方が増えれば他方が減少するような関係であっても良い。

【0061】さらに、上記実施形態においては、第1及び第2のレベル変換回路41及び43としてデジタル入出力構成のものを示したが、アナログ入出力構成のものであっても良い。ここで、第1及び第2のレベル変換回路41及び43の内部構成は、図1に示した入出力特性を達成できるものであればいかなるものであっても良い。例えば、CPUを用いたソフトウェア演算によって所望の入出力特性を得るようにしても良く、また、RO

12

M等を用いた変換テーブルによって所望の入出力特性を得るようにしても良い（この場合、回路41及び43への閾値信号の入力は不要とできる）。

【0062】さらにまた、上記実施形態においては、北米におけるアメリカCDMAセルラ携帯電話システムの送受信機に本発明を適用したものを示したが、干渉信号レベルがかなり大きい他の通信システム（無権系に限定されない）の受信機に本発明を適用できることは勿論である。この場合において、送信機能を持たない装置であっても良く、送信機能を持ってるときでも受信電界強度に応じた送信電力の制御を行なわないものであっても良い。

【0063】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、希望信号の受信強度を表す信号を得る受信強度形成手段と、得られた受信強度信号に応じて受信周波数帯域用の可変利得手段への第1の利得調整信号を形成するものであって、受信強度信号が所定範囲内にあるときには、連続的又は段階的に単調変化する入出力特性に従って、第1の利得調整信号を形成する第1の利得調整信号形成手段とを有するので、従来より一段とI M改善を達成できる受信機の飽和防止回路を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の飽和防止用の利得調整信号の形成回路を示すブロック図である。

【図2】希望信号と干渉信号との電界強度についての散布図である。

【図3】従来の飽和防止用の利得調整信号の形成回路を示すブロック図である。

【図4】従来の飽和防止特性の説明図である。

【図5】従来の課題の説明図である。

【図6】実施形態の送受信回路を示すブロック図である。

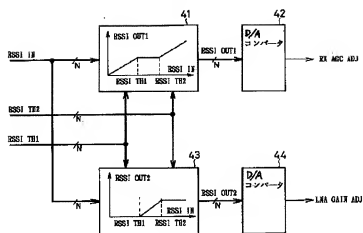
【図7】実施形態の受信電界強度信号の形成構成を示すブロック図である。

【図8】実施形態の飽和防止特性の説明図である。

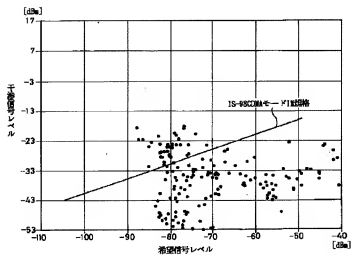
【符号の説明】

12…LNA、14…AGC・AMP、41、43…レベル変換回路。

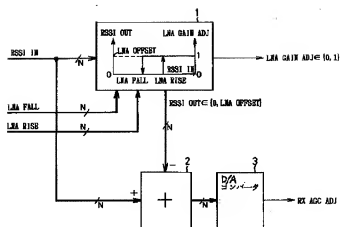
【図1】



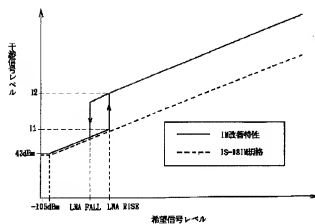
【図2】



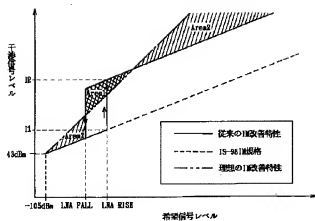
【図3】



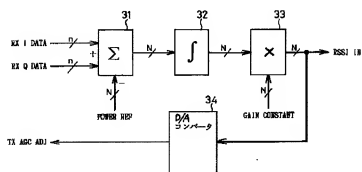
【図4】



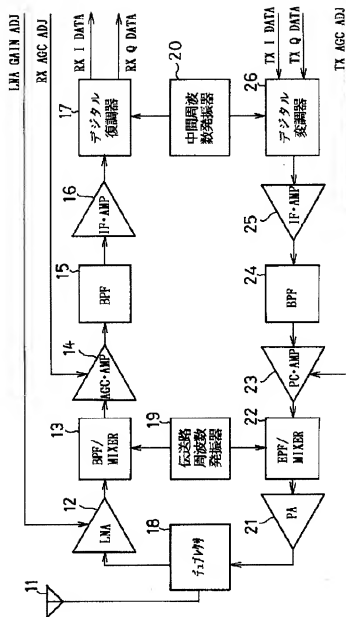
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

